

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-339240

(43)Date of publication of application : 06.12.1994

(51)Int.Cl.

H02K 1/27

(21)Application number : 05-124134

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 26.05.1993

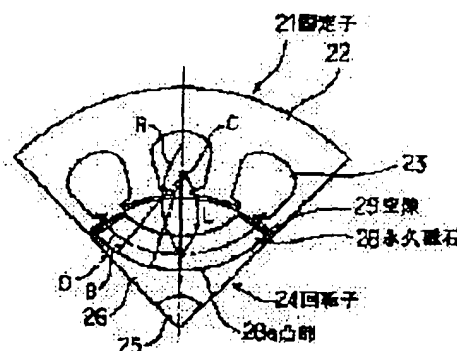
(72)Inventor : TANIMOTO SHIGEYA  
SO MAYUMI

## (54) PERMANENT MAGNET TYPE MOTOR

### (57)Abstract:

PURPOSE: To increase a drive torque of a motor and to hence decrease the size or improve the driving efficiency by increasing a magnetic flux of a permanent magnet to be operated in an air gap as much as possible.

CONSTITUTION: Permanent magnets 28 to be assembled in a rotor 24 are formed in a circular-arc shape in section, and so disposed that protrusions 28a side are directed toward an inside in a rotor core 26. The magnets 28 are so disposed at the core 26 that protrusions 28a side are directed inside. The magnets 28 are so magnetized that magnetic fluxes B of the protrusions 28a are concentrated at one point, and a relationship between a distance L from a magnetic center C of the magnets 28 to a mean circular-arc line D of the magnet 28 and a mean radius R of the magnets 28 is so set as to satisfy  $0.25 \times R \leq L \leq 6.0 \times R$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.01.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.02.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 10-04329

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 26.03.1998

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J.P.T.)

(13) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6-339240

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 12 月 6 日

(51) Int. Cl.

H02K 1/27

識別記号

501 A

庁内整理番号

7103-5H

F 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平 5-124134

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 5 月 26 日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町 72 番地

(72) 発明者 谷本 茂也

名古屋市西区藤原町 4 丁目 21 番地 株式会社  
東芝名古屋工場内

(72) 発明者 荒 まゆみ

名古屋市西区藤原町 4 丁目 21 番地 株式会社  
東芝名古屋工場内

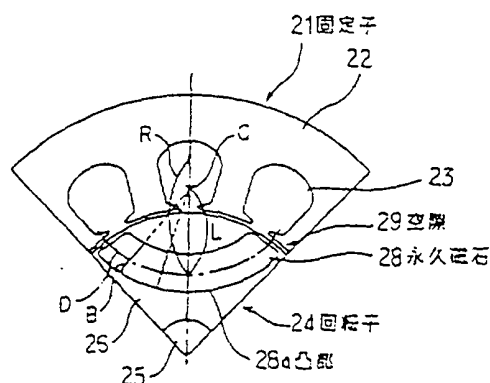
(74) 代理人 弁理士 佐藤 雄 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 永久磁石形モータ

(57) 【要約】

【目的】 永久磁石形モータにおいて、通電区間に対応する部分で、空隙中に作用する永久磁石の磁束を極力増加し得て、モータの駆動トルクを大きくでき、これにより小形化或いは駆動効率の向上を可能とする。

【構成】 回転子 24 に組み込まれる各永久磁石 28 を断面が弧状となるように形成すると共に、これら各永久磁石 28 を回転子鉄心 26 に凸部 28a 側が内側を向くように配置する。また、永久磁石 28 はこれらの各部の磁束線が一点に収束するように配置し、その永久磁石 28 の磁気中心から永久磁石 28 の平均弧状線までの距離を  $R$ 、永久磁石 28 の平均半径  $r$  との関係で、 $0 < R < 2r$ 、 $0 < R < 6r$ 、 $0 < R$  となるように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数相の固定子巻線を有する固定子と、回転子鉄心の内部に複数個の永久磁石を組み込んで構成され、前記固定子の内部に固定子と所定の空隙を有する状態で回転可能に配設される回転子とを備え、前記各相の固定子巻線に電気角度で略120度ずつ通電することにより前記回転子を回転駆動させる永久磁石形モータにおいて、

前記回転子の各永久磁石を断面が弧状となるように形成すると共に、これら各永久磁石を前記回転子鉄心に凸部側が内側を向くように配設し、かつ永久磁石はこれらの各部の磁束が一点に集中するように配置し、その永久磁石の磁気中心から永久磁石の平均弧状線までの距離 $l$ と、永久磁石の平均半径 $R$ との関係を、

$$0.25 \cdot R \leq l \leq 6 \cdot 0 \cdot R$$

としたことを特徴とする永久磁石形モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、回転子鉄心の内部に複数個の永久磁石を組み込んで構成される回転子を備えた永久磁石形モータに関する。

【0002】

【従来の技術】 永久磁石形モータにおいては、最近、高トルク化及び高効率化を図ったものとして、図6に示す構成のモータが開発されている。このものは次のような構成となっている。

【0003】 すなわち、固定子1は、環状をなす固定子鉄心2に形成された12個のスロット3に、U相の固定子巻線1U、2U、及びV相の固定子巻線1V、2V、並びにW相の固定子巻線1W、2Wを挿入配置して構成されている。固定子鉄心2の内周部には、各スロット3に対応して開口部3aが形成されている。

【0004】 これに対し、回転子4は、図7にも示すように、回転軸5に回転子鉄心6を嵌合固着し、この回転子鉄心6に形成された収納部7に、断面が円弧状をなす4個の永久磁石8を軸方向から挿入して組み込むことによって構成されていて、固定子1の内部に固定子鉄心2の内周部と所定の空隙9を有する状態で回転可能に配設されている。各永久磁石8は、凸部8a側が外側（空隙9側）を向くように配置されており、また、4個の永久

$$T = m \cdot K \cdot B \cdot l$$

ここで、 $T$ ：モータのトルク

$K$ ：固定子巻線の巻数などに関係する定数

$B$ ：空隙の磁束密度

$l$ ：巻線電流

$m$ ：モータの相数

【0010】 従って、120度（電気角）通電する方式では、永久磁石8が1箇所として発生する磁束の120度（電気角）分だけトルクとして作用する。図10

磁石8は、図6及び図7においてN極とS極とが交互になるように配置されている。

【0005】 図6及び図9は永久磁石の磁気異方性（磁気の配列方向）を示したものである。このうち図6は回転子4の中心Aと永久磁石8の各部の磁束8の中心（磁気中心）とが同一となる周知のラジアル異方性のものを示し、図9は永久磁石8の磁気中心が無限度である磁極方向異方性のものを示しており、これらの異方性は用途などに応じて選択されて使用される。

【0006】 一方、図10はモータ駆動用として用いられる、いわゆるインバータ電源が示されている。この図10において、直流電源10にはスイッチング主回路11が接続されている。このスイッチング主回路11は、6個のトランジスタ12及び逆流ダイオード13が3相ブリッジ接続されて構成されている。このスイッチング主回路11において、3相の各アーム部11U、11V、11Wが有するトランジスタ12の共通接続点は、それぞれ対応するモータへの出力線U、V、Wに接続されている。これら出力線U、V、Wは、上記固定子1の各相の固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2Wに接続されている。

【0007】 制御回路14は、スイッチング主回路11の各トランジスタ12を制御することにより、固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2Wの隣接する2相分の固定子巻線に対応して、図11に示されるように、120度（電気角）ずつ位相をずらして通電する、つまり周知の120度（電気角）通電するように構成されている。また、この制御回路14は出力線U、V、Wにも接続されており、回転子4の回転により固定子巻線1U、2U、1V、2V、1W、2Wに誘起される誘起電圧を検出して、その回転子4の回転位置に応じたモータ駆動信号が得られるようになっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】とところで、上記したような従来構成の永久磁石形モータにおいては、永久磁石8の磁気の配列によって種々の空隙磁束分布が得られる。周知のように、モータのトルクは、固定子巻線に電流が流れている間だけ発生し、次の（1）式で表わされる。

【0009】

$$\dots (1)$$

この図7において、斜線部分で示される非通電区間、すなわち0度～30度（電気角）の領域、及び150度～180度（電気角）の領域の磁束はモータの駆動トルクとして作用しないので、永久磁石8から発生する磁束を有効に使えないことになり、モータの駆動トルクが低下したりするたに、モータの小形化や駆動効率の向上に阻害を生ずるという不具合がある。

【0011】 本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、

に作用する永久磁石による磁束を極力増加し得て、モータの駆動トルクを大きくでき、これにより小形化或いは駆動効率の向上を可能とする永久磁石形モータを提供するにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数相の固定子巻線を有する固定子と、回転子鉄心の内部に複数個の永久磁石を組み込んで構成され、前記固定子の内部に固定子と所定の空隙を有する状態で回転可能に配設される回転子とを備え、前記各相の固定子巻線に電気角度で略120度ずつ通電することにより前記回転子を回転駆動させる永久磁石形モータにおいて、前記回転子の各永久磁石を断面が弧状となるように形成すると共に、これら各永久磁石を前記回転子鉄心に凸部側が内側を向くように配置し、かつ永久磁石はこれらの各部の磁束が一点に集中するように着磁し、その永久磁石の磁気中心から永久磁石の平均弧状線までの距離 $l$ と、永久磁石の平均半径 $R$ との関係を、 $0.25 \cdot R \leq l \leq 6.0 \cdot R$ としたところに特徴を有する。

【0013】

【作用】上記した手段によれば、回転子の各永久磁石を断面が弧状となるように形成すると共に、これら各永久磁石を回転子鉄心に凸部側が内側を向くように配置し、かつ永久磁石はこれらの各部の磁束が一点に集中するように着磁し、その永久磁石の磁気中心から永久磁石の平均弧状線までの距離 $l$ と、永久磁石の平均半径 $R$ との関係を、 $0.25 \cdot R \leq l \leq 6.0 \cdot R$ としたことにより、後述する実験結果（ $l/R$ と1極中の120度分の空隙磁束との関係）から明かなように、通電区間に対応する部分で、固定子と回転子との間の空隙中に作用する永久磁石による磁束密度を大きくすることができる。

【0014】

【実施例】以下、本発明を三相4極の永久磁石形モータに適用した第1実施例につき図1ないし図4を参照して説明する。まず図2において、固定子21は、従来構成と同一であり、環状をなす固定子鉄心22に形成された12個のスロット23に、U相の固定子巻線1U、2U、及びV相の固定子巻線1V、2V、並びにW相の固定子巻線1W、2Wを挿入配置して構成されている。固定子鉄心22の内周部には、各スロット23に対応して開口部23aが形成されている。

【0015】これに対して、回転子24は、回転鉄心25に回転子鉄心26を嵌合固着し、この回転子鉄心26に形成された取附部27に、断面が弧状の場合円弧状をなすフェライト製の4個の永久磁石28を軸方向から挿入して組み込むことによって構成されている。固定子21の内部に固定子鉄心22の内周部と所定の空隙29を有する状態で回転可能に配設されている。なお、回転子鉄心26は、取附部27形成用の孔が形成されただけ素

【0016】上記各永久磁石28は、凸部28a側が内側を向くように配置されており、また、4個の永久磁石28は、図2においてN極とS極とが交互になるように着磁されている。また、各永久磁石28は、図1に示すように、各部の磁束 $B$ が一点、すなわち磁気中心 $C$ に集中するように着磁されている。そして、この永久磁石28の磁気中心 $C$ から永久磁石28の平均弧状線 $l$ までの距離を $l$ 、永久磁石28の平均半径を $R$ とすると共に、これら距離 $l$ 及び平均半径 $R$ を、 $0.25 \cdot R \leq l \leq 6.0 \cdot R$ の関係が成立するように設定している。

【0017】このように構成されたモータは、従来と同様にインバータ電源（図10参照）により給電されるようになっており、固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2Wの隣接する2相分の固定子巻線に対応して、120度（電気角）ずつ位相をずらして通電する、つまり120度（電気角）通電することにより、固定子21による回転磁界が発生し、これに伴う磁気的な吸引力及び反発力により回転子24が回転される。

【0018】このとき、空隙29に作用する永久磁石28の磁束密度分布は図3のようになる。この図3から明かなように、本実施例では、斜線部分で示される非通電区間（0度～30度（電気角）の領域、及び150度～180度（電気角）の領域）での磁束が減少し、通電区間（30度～150度（電気角））での磁束が増加していることがわかる。

【0019】また、図4には、上記回転子24における永久磁石28において、磁気中心 $C$ から平均弧状線 $l$ までの距離 $l$ と平均半径 $R$ との比である $l/R$ と、1極中の120度分の空隙29中の磁束との関係の実験結果を示している。この図4から明かなように、 $l/R$ の値が $0.25 \sim 6.0$ の範囲内にあるときに、空隙29中の磁束を大きくできるものであり、この場合、磁気中心が無制限（ $l/R$ が無限大）である磁極軸方向異方性の場合と比べても、空隙29中の磁束を大きくできることがわかる。

【0020】これらから明かなように、 $l/R$ の値を $0.25 \sim 6.0$ の範囲内に設定すること、すなわち、 $l$ と $R$ とを、 $0.25 \cdot R \leq l \leq 6.0 \cdot R$ の関係が成立するように設定することで、通電区間に対応する部分で、空隙29中に作用する永久磁石28の磁束を極力大きくでき、駆動トルクを大きくでき、これによりモータの小形化或いは駆動効率の向上を可能とすることができ、るものである。

【0021】図5は本発明の第2実施例を示すものである。この第2実施例では、回転子24の永久磁石30として、断面が円弧状をなす弧状に形成したものであり、このような永久磁石30を凸部30a側が内側となるように配置している。

【0022】この場合も、永久磁石30の磁気中心 $C$

Cから平均弧状線までの距離と、平均半径Rとの関係を第1実施例のように設定することで、同様な効果を得ることができる。

【0023】なお、本発明は、永久磁石の個数（極数）は4極以外でもよく、また、固定子のスロット数も12個以外でもよい。さらに、永久磁石は、フェライト以外でもよく、また、弧状であれば極片の一部であってもよいなど、本発明は要旨を逸脱しない範囲内で種々変形して実施できる。

【0024】

【発明の効果】本発明の永久磁石形モータによれば、回転子の各永久磁石を断面が弧状となるように形成すると共に、これら各永久磁石を回転子鉄心に凸部側が内側を向くように配置し、かつ永久磁石はこれらの各部の磁束が一点に集中するように着磁し、その永久磁石の磁気中心から永久磁石の平均弧状線までの距離と、永久磁石の平均半径Rとの関係を、 $0.25 \cdot R \leq \text{距離} \leq 6.0 \cdot R$ としたことにより、通電区間に対応する部分で、空隙中に作用する永久磁石の磁束を密力増加し得て、モータの駆動トルクを大きくでき、これにより小形化或いは駆動効率の向上を可能とするという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示すもので、各部の寸法関係を示す図

【図2】モータの断面図

【図3】空隙磁束密度分布を示す図

【図4】L、Rと、1極中の120度分の空隙磁束との関係を示す図

【図5】本発明の第2実施例を示す回転子の側面図

【図6】従来構成を示す図2相当図

【図7】回転子の側面図

10 【図8】永久磁石の磁気の配列がラジアル異方性の場合を示す説明図

11 【図9】永久磁石の磁気の配列が磁極軸方向異方性の場合を示す説明図

【図10】電気的構成図

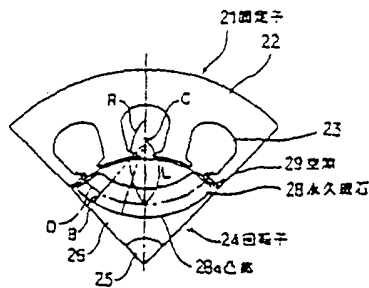
【図11】固定子巻線の通電タイミングを示す図

【図12】図3相当図

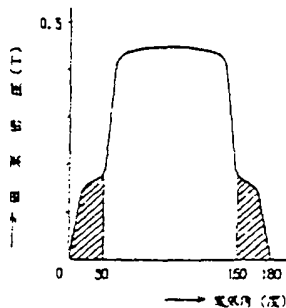
【符号の説明】

1U、2U、1V、2V、1W、2Wはそれぞれ固定子巻線、21は固定子、24は回転子、26は回転子鉄心、28は永久磁石、28aは凸部、29は空隙、30は永久磁石、30aは凸部である。

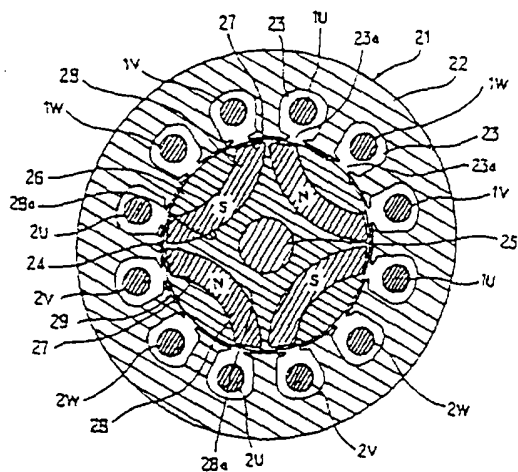
【図1】



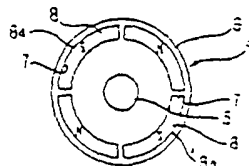
【図3】



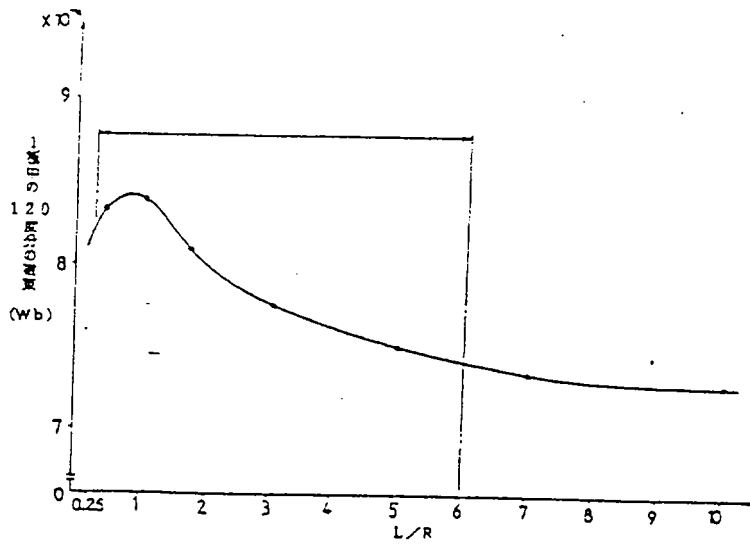
【図2】



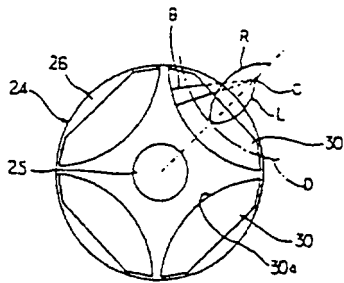
【図7】



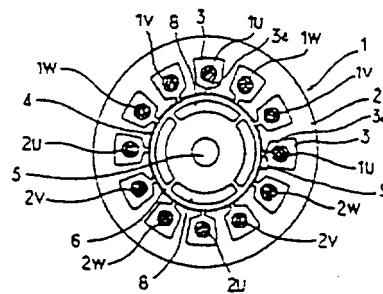
【图 4】



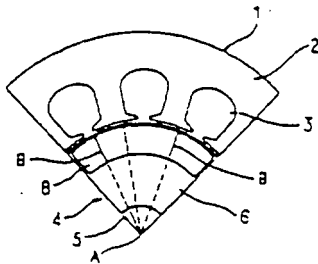
【图 5】



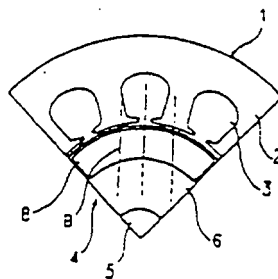
【图 6】



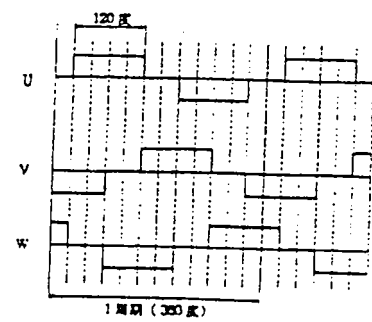
【图 8】



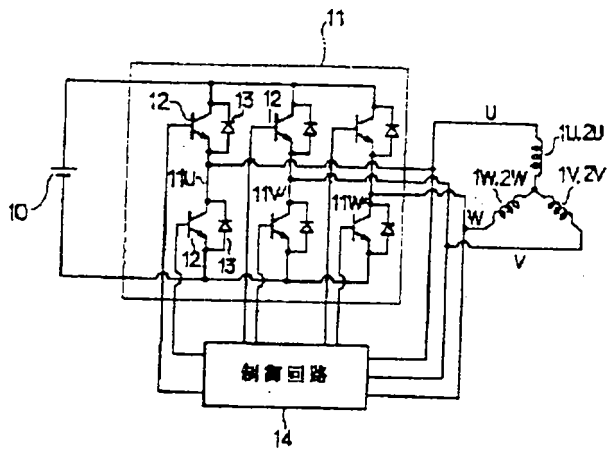
【图 9】



【图 11】



【図10】



【図12】

